



# RECURSOS

## NATURALES Y SOCIEDAD

REVISTA DIGITAL DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA



# Calidad de leche de cabra y su relación con el consumo de especies forrajeras del agostadero árido

Bernardo Murillo-Amador<sup>1</sup>, Noé de Jesús Medina-Córdova<sup>1</sup>, Eduardo Alberto Toyos-Vargas<sup>1</sup>, Narciso Ávila-Serrano<sup>2</sup>, Alejandra Nieto-Garibay<sup>1</sup>, Enrique Troyo-Diéguez<sup>1</sup>, José Luis Espinoza-Villavicencio<sup>3</sup>, Ricardo Ortega-Pérez<sup>3</sup> y Alejandro Palacios-Espinosa<sup>3</sup>

## Resumen

La calidad de cualquier alimento para el consumo humano depende de su contribución nutrimental al consumidor o incluso que aporte mejoras a la salud, aspectos que dan lugar a la aparición de los llamados “alimentos funcionales”, los cuales además de nutrir, proporcionan salud, así, la leche es uno de los alimentos funcionales más completos para el ser humano. En los países en desarrollo, la producción de leche de cabra es una estrategia útil para abordar el problema de la desnutrición, especialmente entre la población infantil, ya que es una fuente importante de nutrientes ricos en energía, proteína de alta calidad, en minerales y vitaminas. La leche de cabra como sustituto de la tradicional leche de vaca ha merecido la atención de gobiernos y entidades privadas, esto debido a la potencialidad que tiene como fuente importante de energía, proteína de alta calidad, vitaminas y minerales. Considerando los sistemas de explotación para la producción caprina, es interesante conocer con mayor detalle la capacidad de la vegetación nativa de especies forrajeras y su relación con la composición química de la leche de cabra. El objetivo del manuscrito es difundir a la sociedad una área de investigación en agrotecnología y recursos energéticos del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., con enfoque hacia la evaluación de la capacidad de la vegetación nativa de especies forrajeras del agostadero árido y su relación con la composición de la grasa y análisis proximal en leche de cabras en las diferentes épocas del año y en los principales sistemas de producción de cabras en el Estado de Baja California Sur.

**Palabras clave:** análisis proximal, pastoreo extensivo, agostadero de zonas áridas, ácidos grasos de la leche.

## Abstract

The quality of any food for human consumption depends on its nutrimental properties, and even including aspects that improve health, which has given rise to the origin of what is named “functional foods”. In this

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. Instituto Politécnico Nacional No. 195. Colonia Playa Palo de Santa Rita Sur. C.P. 23096. La Paz, Baja California Sur, México.

<sup>2</sup> Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido, Oaxaca, México.

<sup>3</sup> Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, Baja California Sur, México.



respect, besides providing nutrition and promoting health, milk is one of the most complete functional foods for human consumption. In developing countries, goat milk production is a strategy that has been useful in combating the problem of malnutrition, especially among children since it is an important source of nutrients, rich in energy, high quality proteins, minerals, and vitamins. Considering operating systems for goat production, it is important to know in detail the ability of native forage species and their effect on chemical characteristics of goat milk. The objective of this study was to provide information of one of the research areas in agro-technology and energy resources of Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., focused on evaluating the ability of native arid rangeland vegetation consumed by foraging species and its relation to fatty acids and proximal chemical composition in goat milk during different seasons in the main goat production systems of Baja California Sur.

**Key words:** proximal analysis, extensive grazing, arid rangeland forage species, milk fatty acid.

### Antecedentes

En los países desarrollados existe un interés por la cabra debido a que su leche y los productos derivados de ésta se consideran adecuados con la nueva tendencia de consumo de alimentos sanos. Lo anterior y la buena adaptabilidad de las cabras a las zonas ecológicas marginales contribuyen a que surjan explotaciones pequeñas que conciben que la producción de leche de cabra en dichos países sea cada vez más significativa.

La cabra es uno de los primeros animales que domesticó el hombre, especie que le proporcionaba leche en esa época. Se extendió por todo el mundo por su fácil adaptación a los climas más variados, ocupando el área de distribución más amplia de los animales domésticos. Su talla pequeña, poca exigencia alimenticia, facilidad de movimiento para cosechar su dieta, docilidad y producción elevada, la hicieron muy apreciada por el hombre primitivo. La leche de rumiantes pequeños como la cabra es de particular interés económico en determinadas zonas del mundo. En los países en desarrollo la producción de este tipo de leche es una estrategia útil para abordar el problema de la desnutrición, especialmente entre la población infantil. Un elemento adicional de interés en la producción de rumiantes pequeños es su sostenibilidad, excelente rentabilidad económica y estabilidad demográfica de especial importancia para las regiones áridas, semiáridas y otras áreas que presentan condiciones difíciles para la sobrevivencia humana. La cabra que se explota en las regiones citadas en el régimen de explotación extensiva o semi-intensiva, son razas casi exclusivamente autóctonas o criollas y son valiosas en la preservación de la variabilidad genética. Los alimentos producidos, es decir, la leche y carne desde el punto de vista nutricional son de excelente calidad. Como se sabe la calidad de cualquier alimento para el consumo humano depende en gran medida de su contribución nutrimental al consumidor o incluso que aporte mejoras a la salud, estos aspectos son los que dan lugar a la aparición de los llamados “alimentos funcionales”, los cuales, además de nutrir proporcionan salud; así, la leche es uno de los alimentos más completos para el ser humano, por las características de sus nutrimentos y fuente importante de elementos ricos en energía, proteína de alta calidad, en minerales y vitaminas. En Baja California Sur la crianza de cabras en general es marginal, los animales regularmente criollos o cruzas con razas lecheras y doble propósito están circunscritos en áreas de

poca importancia agrícola con sistemas de producción extensivos o semi-intensivos donde la alimentación se basa en el ramoneo y pastoreo recorriendo áreas extensas (Fig. 1) para alimentarse de arbustos y pastos (Fig. 2) de calidad variable y el producto principal suele ser la carne y la producción de leche para la elaboración de quesos. La cabra criolla tiene un desempeño excelente comparada con otros rumiantes en condiciones adversas, lo cual se debe en primer lugar a su tamaño reducido, alta eficiencia digestiva, requerimientos metabólicos bajos, capacidad para reducir su metabolismo, eficiencia en la utilización y reciclaje de nitrógeno así como en el aprovechamiento del agua. Los factores nutricionales tales como la relación forraje-concentrado, la cantidad de proteína en la dieta así como la cantidad y fuente de lípidos en la dieta, reciben atención en los últimos años por su influencia sobre la composición de la leche. La disponibilidad de alimento forrajero es el factor más importante que limita la producción caprina en las regiones áridas y semiáridas, por lo tanto, la utilización de especies vegetales con características forrajeras que incrementen la producción es necesaria para el desarrollo sostenible del sector agropecuario en estas zonas (Ortega-Pérez *et al.*, 2010). La calidad del forraje disponible en el agostadero como fuente de alimento para la ganadería caprina en Baja California Sur se modifica a lo largo del año, distinguiéndose dos periodos, uno de alta calidad forrajera en otoño e invierno y otro de menor calidad en primavera y verano.



Figura 1. Cabras en busca de alimento por los diferentes senderos del agostadero.

### Sub-apartados temáticos de la revisión efectuada

#### *Generalidades de la cabra doméstica*

Las cabras se domesticaron hace aproximadamente 7,500 años, los vestigios más antiguos de su origen la sitúan en las altas mesetas asiáticas desde Turquía hasta el Tibet. Los principales antecesores, cuya cruce dieron

origen a la cabra doméstica actual (*Capra hircus*) son cabras salvajes como Bezoar, Markhor de la India e Íbice de Europa. Las cabras principalmente de raza Blanca Celtibérica y Castellana Extremeña las introdujeron los españoles a América Latina, provenientes de las regiones de Granada, Murcia y Málaga. Las cabras tienen un carácter lechero evidente; en cuanto a su alimentación son muy selectivas y prefieren más las especies vegetales arbustivas, además, poseen gran capacidad de aprovechamiento del agua. Los caprinos son una parte muy importante en la subsistencia del hombre con su carne y leche como fuente de alimentación, su piel y pelo como vestimenta. Las cabras se crían en un rango amplio de condiciones climáticas, el 88% de la población mundial de cabras se localiza en Asia y África y en su mayoría en los trópicos y subtropicos. En África, la mayor parte del ganado caprino se localiza en zonas agroecológicas áridas y semiáridas. En el Norte de México, Noreste de Brasil y las zonas áridas de la India se presenta una situación similar donde la cabra demuestra ser una especie adaptada a los ambientes hostiles. La cabra criolla tiene un excelente desempeño comparada con otros rumiantes en condiciones adversas. Las estrategias de alimentación de la cabra la protegen de las fluctuaciones de la disponibilidad de alimento, esto debido a su comportamiento oportunista y selectivo. Estos animales utilizan una gama amplia de forrajes seleccionando aquellos con mayor contenido de nutrientes. En comparación con otras especies de rumiantes, las cabras son selectivas en su alimento en los comederos así como en fracciones de la vegetación durante el pastoreo y tienden a rechazar más que otros rumiantes si la disponibilidad de alimento es ilimitada (Cepeda-Palacios, 2008).



**Figura 2.** Cabras consumiendo especies vegetales asociadas al agostadero de una zona árida en Baja California Sur.

### ***Características de la leche caprina***

La secreción láctea de la glándula mamaria de los mamíferos es un líquido de composición compleja, de color blanquecino y opaco y de sabor dulce. Su propósito natural es la alimentación de la cría durante sus primeros

meses de vida. La leche es uno de los alimentos más completos para el ser humano, es una fuente importante de nutrientes ricos en energía, proteína de alta calidad, así como vitaminas y minerales. La leche de rumiantes pequeños es de particular interés económico en determinadas zonas del mundo. La leche de cabra al igual que la leche de búfala y oveja se destina principalmente a la elaboración de quesos de diversas formas según los países y características de la población. La leche de cabra tiene una densidad que varía entre 1.028 a 1.042 gramos por mililitro, esta variación se debe principalmente al tipo y concentración de lípidos, así como de sólidos no grasos. Al poseer mayor contenido de solutos, la leche de cabra tiene un punto de congelación más bajo que la leche de vaca. La leche de cabra posee un 13% más de calcio que la leche de vaca. Se reportan concentraciones de minerales para la leche de cabra (en mg en 100 g) de potasio (653-3055), calcio (807-1738), magnesio (101-212), fósforo (691-1641), níquel (0.09-1.06), cromo (0.023-0.162), hierro (0.91-1.335), manganeso (0.032-0.473), cobre (0.081-0.937), zinc (1.48-4.93), plomo (0.11-0.45) y cadmio (0.013-0.047).

**Cuadro 1.** Composición de la leche caprina, leche bovina y humana.

Componente	Cabra	Vaca	Humana
Grasa (%)	3.8	3.67	3.6-4.4
Sólidos no grasos (%)	8.68	9.02	6.9
Lactosa (%)	4.08	4.48	6.92
Caseína (%)	2.47	2.63	0.4
Albumina y globulinas (%)	0.43	0.60	0.7
Cenizas (%)	0.73	0.31	0.9
Vitamina A (UI/g de grasa)	39	21	32
Vitamina B1/tiamina (µg/100ml)	68	45	17
Riboflavina (µg/100ml)	210	159	26
Vit. C (mg ácido ascórbico/100ml)	2	2	3
Vitamina D (UI/g de grasa)	0.7	0.7	0.3
Ca (%)	0.194	0.184	0.042
P (%)	0.27	0.234	0.060
Hierro (%)	0.07	0.06	0.2
Colesterol (mg/100 ml)	12	15	20
Calorías/100ml	70	69	68

Fuente: Cepeda-Palacios (2008).

La leche de cabra contiene la misma cantidad de ácido fólico que la leche humana y es muy rica en riboflavina. Contiene cinco veces menos vitamina B12 que la leche de vaca pero aporta el doble de vitamina A, es por ello que la leche de cabra carece de carotenoides que son los responsables de la coloración de los alimentos, lo cual ocasiona que esta leche sea más blanca. Como se muestra en el cuadro 1, el contenido de lactosa es menor en la leche caprina que en la leche bovina y humana, lo cual se relaciona con que la leche caprina tiene menos problemas de intolerancia. La leche de cabra contiene menos caseína del tipo  $\alpha$ -s1-caseína que la leche de vaca como sucede en la leche humana, caseínas que son las responsables de la mayoría de las alergias asociadas a la



leche de vaca. La leche de cabra es de olor fuerte como consecuencia de la absorción de compuestos aromáticos durante su manejo y se sabe de una correlación positiva entre esto y la tasa de ácidos grasos libres de la leche y que en dicho sabor tienen una importancia especial los ácidos grasos de cadena ramificada. Su densidad oscila entre 1.026-1.042 g mL<sup>-1</sup>, variación que en su mayor parte la explica el contenido lipídico diferente en la leche de cabra y sobre la que también interviene el contenido de sólidos no grasos. El punto de congelación de la leche de cabra es más bajo que el de la leche de vaca (-0.59°C y -0.54°C, respectivamente), esto como consecuencia del contenido mayor de solutos de la primera. La grasa de la leche caprina no contiene aglutinina, una proteína cuya función es agrupar los glóbulos grasos para formar estructuras de mayor tamaño, esta es la razón por la que sus glóbulos al estar dispersos son atacados más fácilmente por las enzimas digestivas, incrementándose por lo tanto la velocidad de digestión. La mayoría de componentes en la leche de cabra así como el porcentaje de grasa suelen ser superiores a los de la leche de vaca (Cuadro 1) y existen diferencias grandes en lo que concierne a la estructura física y perfil químico de la grasa. El tamaño de la micela es de 3.5 μ en promedio con un porcentaje alto de glóbulos con diámetros de 1.5 a 3 μ, considerablemente inferior al tamaño de la micela en la leche de vaca de 4.5 μ; este tamaño menor le proporciona una emulsión fina y más uniforme, lo cual influye favorablemente en su digestibilidad.

Los componentes de la leche de cabra se sintetizan desde precursores presentes en el plasma sanguíneo, como glucosa, acetato y ácidos grasos no esterificados captados por las células de la glándula mamaria.

### ***Importancia de la composición de la grasa de la leche para la salud humana***

Las grasas en la dieta humana tienen una imagen negativa debido a que se asocian con numerosas enfermedades cardiovasculares y algunos padecimientos como la obesidad. Como resultado de lo anterior se genera una actitud por parte de los consumidores de evitar el consumo de este tipo de grasas. Hoy en día se conoce que no solo la cantidad sino también la estructura de los ácidos grasos juegan un papel importante en el mantenimiento de la salud. En la actualidad se desarrolla una conciencia pública en torno al consumo de ácidos linoleicos conjugados y ácidos grasos poliinsaturados n-3 principalmente. Los ácidos linoleicos conjugados (CLA) se asocian con múltiples efectos metabólicos como la inhibición de la carcinogénesis, reducción de la tasa de deposición de grasa, estimulación de la respuesta inmune y la reducción de los lípidos en sangre. Entre las dos familias de ácidos grasos poliinsaturados, n-3 y n-6 que provienen generalmente de los aceites marinos y hojas de plantas son las principales fuentes de las grasas omega-3, mientras que las semillas son la fuente principal de las grasas omega-6, ambas compiten por las mismas enzimas para su elongación y desaturación y su balance es primordial en la prevención de enfermedades coronarias, hipertensión, diabetes, artritis, desordenes autoinmunes y cáncer.

El contenido de ácido eicosapentaenoico (EPA C20:5 n-3) y el ácido docosahexaenoico (DHA C22:6 n-3) que son los dos principales ácidos grasos altamente insaturados de cadena larga, son de interés debido a sus beneficios potenciales a la salud, particularmente el efecto de los ácidos grasos n-3 en la reducción de riesgo de enfermedades cardiovasculares, diabetes tipo dos, hipertensión y cáncer. En nutrición humana existen esfuerzos para incrementar el consumo de estos componentes n-3 debido a sus ingestas bajas y relación de ingesta entre n-3/n-6; la típica dieta occidental tiene una relación 20:30, mientras que la relación ideal está en el concepto

de 4:1 o menor. Otras particularidades de los ácidos grasos n-3 es que son esenciales para un desarrollo y funcionamiento adecuado del cerebro y del sistema nervioso; se concentran en la retina y en la corteza cerebral y tienen la capacidad de corregir problemas visuales y cerebrales en pacientes con deficiencia. Muchos aspectos de ubicación, ansiedad, habilidad en el aprendizaje, memoria y función retinal se favorecen con el consumo de estos, son precursores de compuestos hormonales como los prostanoideos (prostaglandinas y tromboxanos) que facilitan la transmisión de mensajes en el sistema nervioso central, dos terceras partes de los ácidos grasos de las membranas de los foto-receptores de la retina son n-3, principalmente ácido docosahexaenoico. El uso de los alimentos funcionales tiene muchas ventajas como estrategia en la prevención del cáncer, desde que el ácido linoleico conjugado se encuentra predominantemente en la grasa láctea de la dieta humana. La mayoría del ácido ruménico en la grasa láctea se sintetiza endógenamente de ácido vaccénico y como consecuencia de estos, los niveles en la leche generalmente se aproximan a una tasa de 1:3, respectivamente.

### *Flora asociada a las zonas áridas y semiáridas*

La flora en los desiertos extremadamente áridos es escasa, no obstante cuando se estudia tiende a variar en número y diversidad. Las comunidades de plantas desérticas tienen ciertas características particulares, las cuales comparten con la vegetación de algunas otras regiones. Las principales características de la mayoría de las comunidades son 1) una baja pero desigual estatura, 2) áreas abiertas, y 3) mezcla de formas disimilares. Las plantas que son subordinadas tales como las suculentas, arbustos espinosos, herbáceas perennes, epífitas y lianas son de baja estatura en respuesta a lo disperso de la vegetación. Los arbustos coexisten con los pastos y su abundancia relativa varía frecuentemente en respuesta a ciertos factores como cambios en la estación lluviosa, el pastoreo y la superficie del suelo. Los arbustos son plantas leñosas o parcialmente leñosas usualmente con alturas menores de 50 cm. Las plantas suculentas que almacenan agua y en roseta, son especies distintivas de la vegetación que forma parte de las zonas áridas y semiáridas. Con frecuencia los pastizales se distribuyen de tal manera que forman parches sobre el paisaje a diferencia de los grandes pastizales en las planicies y praderas del este de los Estados Unidos de América. La vegetación de los matorrales desérticos recibe lluvia en verano e invierno. En el área del Desierto Sonorense la precipitación en la temporada de lluvias de verano por lo general excede a la de la temporada de invierno y la probabilidad de que llueva en verano e invierno es similar.

Los matorrales desérticos usualmente experimentan sequías en primavera e inicios de verano, seguido por un incremento de lluvias el resto del verano o hasta inicios de otoño. En regiones como Durango, México, tienen sequías cortas de primavera y las lluvias de verano ocurren a inicios de mayo. En contraste, en los pastizales de las planicies y la gran cuenca al este y al norte, típicamente experimentan lluvias en primavera y otoño. En Baja California Sur se distinguen dos periodos, uno de alta calidad forrajera en otoño e invierno y otro de menor calidad en primavera y verano. El mismo clima soporta árboles, pastizales, sabanas y arbustos dependiendo del tipo de suelo y la topografía. Los diferentes historiales de disturbios por fuego y la ganadería contribuyen a la complejidad en la distribución de la vegetación. La evaluación de la vegetación para un rango amplio de propósitos incluye: 1) descripción en términos de su contenido florístico como cobertura, contenido de materia seca y calidad de la materia seca, 2) valoración de los cambios en la vegetación a través de cambios

en el manejo o por variaciones en el clima, 3) determinación de la habilidad de la vegetación para proveer alimento para diferentes tipos de rumiantes. El método usado para evaluar la vegetación varía dependiendo del objetivo (Fig. 3). La contribución de una especie en la composición botánica se mide en términos de producción, cobertura basal, densidad o frecuencia de ocurrencia. Si la vegetación se relaciona con la determinación animal actual, entonces la composición botánica se valora en términos de la contribución en peso de materia seca para pastura. Si el énfasis está en los cambios botánicos de largo plazo, entonces las mediciones de la cobertura basal, densidad y frecuencia proveen información debido a que es menos dependiente de los cambios a corto plazo por diferencias en las lluvias o presión de pastoreo.



**Figura 3.** Colecta de tejido vegetal de las diferentes especies asociadas al agostadero de una zona árida en Baja California Sur para evaluación análisis proximal, grasas y minerales.

### ***Restricciones ecológicas limitativas de las zonas áridas y semiáridas***

Las zonas agroecológicas se clasifican de acuerdo a la duración de la temporada de lluvias, lo cual determina los diferentes sistemas de producción animal, en el caso de los caprinos son, 1) trashumante, 2) nomádico y 3) comunidades sedentarias. En las regiones subhúmedas, la principal limitante para el ganado se relaciona más con la calidad que con la cantidad de forraje. En los trópicos existen factores importantes que influyen en la producción de leche, ganancia de peso y reproducción, como lo es el estrés calórico como resultado de cambios drásticos en las funciones biológicas causados por el incremento en la pérdida de iones y agua.

Durante los meses cálidos también se incrementan los problemas de salud animal causados por la multiplicación rápida de parásitos tanto internos como externos, que conllevan a la presencia de enfermedades. En las zonas áridas y semiáridas el contenido energético de los forrajes es limitado. Aunque los pastos son productivos porque utilizan la vía fotosintética C4 que les provee eficiencia en el uso de agua y nutrientes, su contenido alto de elementos estructurales de digestibilidad baja los limita en cuanto a su valor nutritivo, por lo tanto, los sistemas de producción basados en el pastoreo conllevan a tener animales con rendimientos productivos bajos.

La utilización de árboles y arbustos como fuente de alimento posee un potencial alto en algunas zonas áridas y semiáridas del mundo como la sabana africana, noreste de Brasil, noroeste de México y algunas regiones de la India. El ramoneo constituye la principal parte de la dieta de la cabra a lo largo del año. Esto explica por qué las cabras son los rumiantes más utilizados en sistemas de producción extensivos en ambientes hostiles.

La subalimentación es el factor más común que afecta la eficiencia productiva del ganado en condiciones de producción extensiva. En el agostadero, la calidad y cantidad de alimento disponible varía significativamente con el clima, lo que conduce a una nutrición inadecuada del rebaño. El forraje de la mayoría de los agostaderos que posee el potencial para la crianza de ganado caprino consiste en hojas de árboles y arbustos, pastos nativos durante la temporada de lluvias así como follaje de árboles y arbustos durante la temporada de sequía.

### **Discusión académica**

Los estudios realizados por el equipo de investigadores de forrajes asociados a la línea estratégica de agrotecnología y recursos energéticos han demostrado que en los agostaderos de las zonas áridas y semiáridas del Estado de Baja California Sur se encuentran especies forrajeras asociadas al agostadero que proporcionan al ganado caprino los requerimientos para incrementar la calidad de la leche y carne, relacionada con análisis proximal de la especie que consumen (Medina-Córdova *et al.*, 2013). La proteína cruda, cenizas, extracto etéreo, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno de las especies vegetales oscila a lo largo del año, entre estaciones, haciendo evidente la presencia de dos épocas claramente diferenciadas, una de buena calidad forrajera en las estaciones de otoño e invierno y otra de menor calidad forrajera durante primavera y verano, ambas estrechamente dependientes de la época de lluvias. La energía bruta difiere entre las especies forrajeras que consumen los caprinos. A finales de verano, otoño e invierno las especies presentan un contenido mayor de proteína mientras que durante la primavera y la mayor parte del verano es cuando el contenido de proteína en la dieta seleccionada por las cabras muestra valores inferiores, provocando una variación en el contenido de proteína de la leche de las cabras, asociándose a la variación en el contenido de proteína de los forrajes consumidos. El valor nutricional de los forrajes del agostadero se relaciona con el contenido de grasa de la leche de las cabras y su relación directa con el consumo de energía ya que ésta aumenta al incrementarse el consumo de especies forrajeras que aportan más energía; sin embargo, el contenido de grasa en la leche disminuye en los periodos en que el contenido de proteína en la dieta se encontraba más alto. El contenido de lípidos en la dieta es mayor en invierno, otoño y finales de verano y se observa una correlación positiva entre el aumento del contenido de lípidos en la dieta y el aumento en el contenido de proteína en la leche. Los estudios sobre el contenido mineral indican que la leche de cabra muestra una cantidad mayor de cenizas durante la primavera y valores menores durante el verano, mientras que de los forrajes del agostadero el contenido de cenizas es mayor durante el otoño e invierno y menor en verano y primavera (Medina-Córdova *et al.*, 2014), lo cual confirma los estudios realizados que reportan que durante primavera y verano, los niveles de calcio, potasio, magnesio, cobre, manganeso y zinc en la dieta de las cabras, no cubren los niveles mínimos requeridos para caprinos criollos en crecimiento en el noroeste y noreste de México, destacando algunas semejanzas en las deficiencias del potencial aporte mineral del suelo local a las plantas en condiciones de pastoreo extensivo. La primavera es la estación más hostil del año para las cabras



debido a la escasez de agua y alimento disponible; sin embargo se observa una utilización amplia de flores de cactáceas y vainas, lo cual sólo se presenta en esta estación, evitando una disminución drástica en la composición nutritiva de la dieta. A corto plazo se sugiere la suplementación de proteína y energía en la estación deficiente para mejorar la productividad del hato caprino. La suplementación de cobre y zinc en todas las estaciones y de calcio en la estación de verano, es una recomendación necesaria para propiciar un incremento de la producción, se recomienda realizar una mezcla de sales minerales encontradas como deficientes e incluir minerales que son siempre escasos como sodio, cloro, fósforo y potasio. De los componentes mayores de la grasa láctea se encontró que la grasa de la leche de cabra en el sistema extensivo (pastoreo en agostadero) mostró 70-75% de ácidos grasos saturados con contenido mayor durante la época de sequía, 72-77% para el sistema intensivo con contenido mayor durante la época de sequía y de 69-75% en el sistema semi-intensivo con contenido mayor durante la época de sequía (Toyes-Vargas *et al.*, 2013a). Para los ácidos grasos mono insaturados se encontró que en el sistema extensivo de 17-18% del total de ácidos grasos para el sistema intensivo de 14-18% y para el semi-intensivo de 15-20%, con tendencia hacia el aumento en la leche durante la época de lluvias, debido al consumo alto de vaina de huizache en la zona donde los animales son liberados al pastoreo, cuyas vainas contienen semillas que son ricas en ácidos grasos mono insaturados y poliinsaturados. Los ácidos grasos poliinsaturados están presentes en proporciones entre 5-6% del total en todos los sistemas de producción, ligeramente más concentrados durante la temporada de lluvias (Toyes-Vargas *et al.*, 2013b). Las diferencias entre sistemas de producción se deben al consumo de grano de garbanzo, rico en ácido linoleico, que consumen las cabras en los sistemas intensivo y semi-intensivo. Las proporciones mayores de ácidos grasos n-3 en relación a los n-6 en la época de lluvias en los sistemas extensivo y semi-intensivo son porque ambos sistemas implementan el pastoreo y los forrajes pastoreados en verde contienen concentraciones mayores de ácido alfa-linolénico, una fuente importante de ácidos grasos n-3 para los rumiantes. Se encontró variación reducida en los componentes mayores de la grasa de leche de cabra debido a la alimentación, al manejo, a la raza del animal, a las variaciones climáticas y al área geográfica (Toyes-Vargas *et al.*, 2014).

### **Consideraciones finales y perspectivas**

Gobiernos y empresas privadas apuestan por la leche de cabra como sustituto de la tradicional leche de vaca. El interés radica en la potencialidad que tiene este producto como fuente importante de energía, proteína de alta calidad, vitaminas y minerales. La leche caprina y sus derivados son una alternativa para personas que presentan intolerancia a los lácteos de origen bovino. Considerando los sistemas de explotación para la producción caprina predominantes en la actualidad es importante conocer con más detalle la capacidad de la vegetación nativa como especies forrajeras y su efecto sobre las características químicas de la leche caprina, que a la vez se asocia con beneficios nutrimentales así como en el desarrollo de alimentos funcionales y productos derivados con características sensoriales demandadas por consumidores, por lo que surge el interés por analizar el potencial de las plantas nativas en los sistemas de explotación caprina para la manipulación del perfil de ácidos grasos en la leche; si bien el avance genético en este sentido es especialmente notable para el nivel de grasa son las estrategias de crianza por medio de los sistemas de producción y los enfoques nutricionales, a través de la composición

de la dieta los que tienen un efecto mayor en los componentes de la grasa láctea caprina. Por lo anterior, es importante estudiar las interacciones tróficas, climáticas, edáficas y vegetales en la composición de ácidos grasos saturados y análisis proximal en la dieta, leche y queso de cabras y en el tejido muscular de cabritos de cabras criollas mantenidas con pastos nativos del matorral de las zonas áridas y semiáridas en diferentes épocas del año.

Las perspectivas de este tipo de estudio se enfocan en localizaciones geográficas y elaboración de mapas de las áreas principales de alimentación de ganado caprino en sistemas extensivos, delimitando los sitios de muestreo de variables edáficas, climáticas, vegetales y lotes de producción y acondicionamiento de animales; determinar las características físico-químicas y de fertilidad en el suelo, las variables climáticas y su influencia sobre la nutrición, crecimiento y producción de biomasa de especies forrajeras del agostadero asociadas a las zonas áridas y semiáridas; identificar taxonómicamente las especies forrajeras consumidas por cabras en pastoreo extensivo, estimando la producción de biomasa vegetal en diferentes estaciones del año; determinar el contenido nutricional, minerales y ácidos grasos insaturados de las partes de especies vegetales consumidas por las cabras y su balance con los requerimientos nutricionales de cabras lactando en pastoreo; determinar el estado de salud, producción de leche, la composición bioquímica y concentración de ácidos grasos insaturados en la leche de cabras criollas mantenidas en los agostaderos; determinar la concentración de ácido vaccénico, ácido linoleico conjugados y ácidos grasos poliinsaturados en la leche y queso de cabras criollas alimentadas en pastoreo en diferentes épocas del año y en el tejido muscular de cabritos sacrificados antes del destete. Es necesario realizar más estudios para descubrir las formas más adecuadas en que se aprovechan los recursos vegetales, promoviendo el desarrollo de la vegetación que utilizan los rumiantes y controlando la población de los individuos que no se utilizan lo cual es una forma de mejorar la calidad del agostadero.

### Agradecimientos

Los autores agradecen a Fundación Produce Baja California Sur, A.C., fondo sectorial SAGARPA-CONACYT y al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., por el financiamiento para desarrollar investigación en forrajes asociados a las zonas áridas y semiáridas (proyectos 764-0, ZA3.1, AGROT-1 y SAGARPA-2004-C01-14). Los Autores agradecemos al Lic. Gerardo Hernández el diseño gráfico editorial y a la Ms.C. Diana Dorantes la revisión del Idioma Inglés del Abstract.

### Literatura citada

- Cepeda-Palacios, R. 2008. *Producción de caprinos: un enfoque técnico y social*. Edit. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz B.C.S., México. 281 p.
- Medina-Córdova, N., J.L. Espinoza-Villavicencio, N.Y Ávila-Serrano y B. Murillo-Amador, 2013. *Composición química de forrajes del agostadero y su relación con la composición química de leche de cabras criollas*. Interciencia. 38(2):132-138.
- Medina-Córdova, N., J.L. Espinoza-Villavicencio, N.Y Ávila-Serrano y B. Murillo-Amador. 2014. *Evaluation of minerals of shrub plant forages consumed by goats in the arid southern rangeland of the Peninsula of Baja California, Mexico*. Animal Nutrition and Feed Technology. 14:511-522



- Ortega-Pérez, R., B. Murillo-Amador, J.L. Espinoza-Villavicencio, A. Palacios-Espinosa, L. Carreón-Palau, E. Palacios-Mechetnov y A. Plascencia-Jorquera. 2010. *Chemical composition and proportion of precursors of rumenic and vaccenic acids in alternative forages for the feeding of ruminants in arid ecosystems*. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 12:33-45.
- Toyes-Vargas, E.A., B. Murillo-Amador, J.L. Espinoza-Villavicencio, L. Carreón-Palau y A. Palacios-Espinosa. 2013. *Composición química y precursores de ácidos vaccénico y ruménico en especies forrajeras en Baja California Sur, México*. Rev Mex Cienc Pecu. 4(3):373-386.
- Toyes-Vargas, E., M.V. Córdoba-Matson, J.L. Espinoza-Villavicencio, A. Palacios-Espinosa y B. Murillo-Amador. 2013. *Goat milk fatty acid composition in the Peninsula of Baja California, Mexico*. Rev. MVZ Córdoba. 18(3):3843-3850.
- Toyes-Vargas, E.A., H. González-García, M.V. Córdoba-Matson, R. Ortega-Pérez, J.L. Espinoza-Villavicencio, A. Palacios-Espinosa, N.Y. Ávila-Serrano y B. Murillo-Amador. 2014. *Milk fatty acid composition from goats in a semiintensive production system in an arid region of the peninsula of Baja California, Mexico*. Turk J Vet Anim Sci. 38:312-317.

### Cita de este artículo

Murillo-Amador, B. \*, N. de J. Medina-Córdova, E. Alberto Toyos-Vargas, N. Ávila-Serrano, A. Nieto-Garibay, E. Troyo-Diéguez, J. L. Espinoza-Villavicencio, R. Ortega-Pérez y A. Palacios-Espinosa. 2015. **Calidad de leche de cabra y su relación con el consumo de especies forrajeras del agostadero árido**. Recursos Naturales y Sociedad, Vol. 1 (3-14): DOI:10.18846/RENAYSOC.2015.01.01.01.0001

---

*Sometido: 31 de octubre de 2015*

*Revisado: 18 de noviembre de 2015*

*Aceptado: 10 de diciembre de 2015*

*Editora asociada: Dra. Thelma Castellanos Cervantes*

*Idioma Inglés Abstract: Ms.C. Diana Dorantes*

*Diseño gráfico editorial: Lic. Gerardo Hernández*